Münster 1936 No 119 Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster/Westf.
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Ueber die Dehydrierungen und Oxydationen als selbstständige Zelleistungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster/Westf.

vorgelegt
von

HEINZ HENKEL
(Unterarzt)
aus Schmalkalden.

1934.

Dekan: Prof. Dr. K l i n g e.
Referent: Prof. Dr. med. et phil. H. F r e u n d.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelm-Universität Münster (Westf.)

Ueber die Dehydrierungen und Oxydationen als selbstständige Zelleistungen

Die Oxydationvorgänge sind die Hauptenergiequellen des Organismus. Nach den heutigen Anschauungen[1], die wir vor allem Warburg verdanken, ist die Verbrennung zu den Endprodukten Kohlensäure und Wasser, eine Leistung der Zellen, die durch ein oder mehrere Oxydationsfermente ermöglicht wird. Durch Warburgs Oxydationsferment wird der Sauerstoff aktiviert und dadurch die Oxydation ermöglicht. Der Sauerstoff kann aber erst dann mit dem Nährmaterial in Reaktion treten, wenn es bis zu tiefen Abbaustufen aufgespalten ist. Diese Spaltungsvorgänge erschöpfen also die in den Sauerstoffen enthaltene chemische Energie nicht, sondern führen zu Intermediärprodukten, aus denen einerseits durch die Verbrennung bis zu den Endprodukten Energie freigesetzt werden kann, andererseits durch synthetische Leistungen der Zelle wieder höhere Verbindungen unter Energieaufnahme für den Organismus zurückgewonnen werden können. Da die Anhäufung solcher Zwischenprodukte, als deren Beispiel die Milchsäure gelten kann, für das Zelleben und die sich dabei abspielenden chemischen Reaktionen (Gleichgewichtsreaktionen) eine Schädigung bedeutet, so spielt dabei die Verbrennung, die solche Zwischenprodukte zerstört oder die Möglichkeit des Wiederaufbaues gibt, die Rolle eines Entgiftungsvorganges. Auf den bestuntersuchten Gebieten des Gewebstoffwechsels, nämlich des Kohlenhydratstoffwechsels, haben Warburg und Meyerhof Beziehungen aufgedeckt, die zwischen den von ihnen als „Gärung" bezeichneten Spaltungen und dem Sauerstoffverbrauch -- „Atmung" — bestehen. Es gibt aber im Zellstoffwechsel eine andere Art chemischer Reaktionen, die neben den eigentlichen Oxydationsprozessen und ohne Sauerstoff verlaufen können, auf die im Anschluß an Ehrlichs grundlegende Untersuchungen über „Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus" in physiologischer Beziehung Thunberg und seine Mitarbeiter, und, gestützt auf ältere Theorien, Wieland in chemischer Hinsicht hingewiesen hat: die Dehydrierungsvorgänge. Dabei handelt es

[1] Oppenheimer: Die Fermente und ihre Wirkungen. 5. Aufl. Verlag: Georg Thieme, Leipzig 1926.

sich um eine durch besondere, für jeden abzubauenden Stoff spezifische Fermente — „Dehydrasen" — bewirkte Aktivierung von Wasserstoffatomen einer Reihe von als „Wasserstoffdonatoren" bezeichneten Substanzen; dieser aktivierte Wasserstoff wird dann von einer anderen Stoffgruppe, die als „Wasserstoffakzeptoren" bezeichnet wird, aufgenommen. Wieland ging dabei soweit, dem Sauerstoff die Rolle einer Akzeptorsubstanz zuzuschreiben, aus der bei dem Vorgange der „Oxydoreduktion" H_2O_2 wird. Er stützt sich dabei auf den Nachweis der Katalase in allen lebenden Zellen, deren einzige bekannte Wirkung die Spaltung des Wasserstoffsuperoxyds ist und für deren Rolle im Zelleben sonst eine Erklärung fehlt. Die Erweiterung seiner Ansichten auf die Erklärung der Oxydationen im gesamten Organismus hat zu einem mit großer Schärfe geführten Widerstreit zwischen Wieland und den Anhängern Warburgs geführt. Heute kann man wohl als Ergebnis dieser Erörterungen feststellen, daß für das letzte Glied der Abbauvorgänge, der eigentlichen Oxydation zu Kohlensäure und Wasser, die Warburgschen Anschauungen zu Recht bestehen, daß aber daneben und neben den Spaltungsvorgängen die Dehydrierungsreaktionen eine wesentliche Rolle im Zelleben spielen. Sie sind untersuchbar nach der Thunbergschen Methode[2], welche anstelle natürlicher Wasserstoffakzeptoren das Methylenblau verwandte. Ihre physiologische Bedeutung ist sichergestellt durch die von Hahn und Haarmann[3] durchgeführte chemische Identifizierung theoretisch zu erwartender Reaktionsprodukte.

Es war unter dem Einfluß der Wielandschen Anschauung von vielen Seiten das Dehydrierungsvermögen von Organen oder Zellen mit der Größe ihrer Oxydationen überhaupt gleichgesetzt worden. Dagegen ist der Einwand zu machen, daß wir Giftwirkungen kennen, durch die der Sauerstoffverbrauch völlig gehemmt wird, während die Dehydrierungen ganz ungestört verlaufen. Solche Gifte sind bekanntlich die Blausäure, die nach Warburg an dem Eisen seines Oxydationsfermentes angreift, und ferner nach Hahn und Haarmann[4] das Toluol. Diesen Giften gegenüber zeigen also die beiden Reaktionsformen der Zelle eine verschiedene Giftempfindlichkeit. Es liegen nun aus dem hiesigen Institut eine größere Zahl von Einzeluntersuchungen vor, in denen der Einfluß verschiedener Gifte einerseits auf den Sauerstoffverbrauch und andererseits auf das Dehydrierungsvermögen überlebender Gewebe untersucht worden ist. Es war die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, dieses Tatsachenmaterial zusammenzustellen und dabei

---

[2] Vgl. Ahlgren: Skand. Arch. 47, 1925, Suppl.

[3] Hahn und Haarmann: Z. f. Biol.: 87, 107 — 1928; 88, 516, 587 — 1929; 89, 159, 332, 563 — 1930; 90, 231 — 1930.

[4] Hahn und Haarmann: Z. f. Biol. 89, 159 — 1930.

die verschiedene Giftempfindlichkeit der beiden Stoffwechselleistungen der Zelle zu erweisen.

Anordnung des Stoffes: In den folgenden Tabellen ist jeweils der Sauerstoffverbrauch des Kontrollversuchs mit 100 angesetzt und seine Beeinflussung durch Gifte in % ausgerechnet. Statt der abgelesenen Entfärbungszeiten des Methylenblaus ist das Dehydrierungsvermögen angegeben. Auch hier ist der Kontrollversuch als 100 angenommen. Das Dehydrierungsvermögen oder die Reduktionsintensität des Gewebes für Methylenblau ist umso größer, je schneller eine bestimmte Menge Methylenblau entfärbt wird. Ist die Entfärbungszeit im Normalversuch t und unter einer Giftwirkung t_1, so errechnet sich die Reduktionsintensität nach der Formel:

$$\frac{t \cdot 100}{t_1} .$$

In den Tabellen enthält der mit 1 bezeichnete Stab die Werte für den Sauerstoffverbrauch, der mit 2 bezeichnete die Werte des Dehydrierungsvermögens. Die untersuchten Giftwirkungen sollen nach ihrer pharmakologischen Wirkungsweise gruppiert behandelt werden.

1. Die Wirkungen von Bromacetal, Fluorid und Oxalat.

Allen drei Salzen ist gemeinsam die Hemmung der Milchsäurebildung im Gewebe.

Wie die Untersuchungen Haarmanns und seiner Mitarbeiter[5] ergeben haben, folgen dabei die Giftwirkungen weitgehend der Arndt-Schulzschen Regel, nach welcher starke Verdünnungen in umgekehrter Richtung wirken wie hohe Konzentrationen. Es war daher erforderlich, die Gifte in Konzentrationsreihen zur Untersuchung zu bringen. In der im Institut gebräuchlichen Anordnung werden verschiedene Gewebe auf ihre Giftempfindlichkeit geprüft, und zwar z. T. unter Zusatz bestimmter Nährstoffe im Ueberschuß, wodurch der Einfluß des im Gewebe enthaltenen Nährmaterials im Ablauf des Versuches zurückgedrängt wird. Es handelt sich dabei um Vorgänge des Kohlehydratstoffwechsels.

[5] Haarmann und Stratmann: noch unveröffentlicht. Roth: Inaugural-Dissertation, Münster 1933; Baehrens: ebenda 1932.

Tabelle 1[6].

Konzentration	ohne Zusatz						Laktatzusatz					
	Bromacetat		Fluorid		Oxalat		Bromacetat		Fluorid		Oxalat	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$1 . 10^{-9}$	79	111	68	127	80	104	88	99	93	100	82	105
$1 . 10^{-8}$	81	117	73	129	82	109	92	113	96	100	86	105
$1 . 10^{-7}$	84	117	78	129	84	110	100	117	105	100	95	105
$1 . 10^{-6}$	87	121	81	128	89	113	108	114	109	110	96	107
$1 . 10^{-5}$	107	130	96	129	109	115	129	111	118	131	115	108
$1 . 10^{-4}$	103	123	85	129	97	116	116	105	134	131	106	111
$1 . 10^{-3}$	89	103	76	313	81	169	108	78	109	113	97	113
$1 . 10^{-2}$	61	87	69	305	64	149	68	27	88	88	75	155
$1 . 10^{-1}$	15	18	50	48	26	75	18	26	72	73	27	72
	Glykogenzusatz						Glukosezusatz Herz					
$1 . 10^{-9}$	88	98	87	100	87	106	82	126	114	235	78	129
$1 . 10^{-8}$	98	99	95	100	89	106	84	126	116	218	79	129
$1 . 10^{-7}$	100	118	104	100	106	115	93	123	128	218	81	129
$1 . 10^{-6}$	108	109	113	100	113	121	96	129	130	151	83	129
$1 . 10^{-5}$	111	108	116	100	117	122	126	126	134	135	91	129
$1 . 10^{-4}$	125	102	131	100	131	115	118	113	146	116	119	105
$1 . 10^{-3}$	83	91	100	100	93	115	114	102	110	116	103	105
$1 . 10^{-2}$	71	68	91	100	88	114	79	69	107	106	85	92
$1 . 10^{-1}$	41	57	67	100	51	63	6	29	70	92	55	71
	Glukosezusatz Hirn						Hexosediphosphorsäure					
$1 . 10^{-9}$	82	117	88	100	96	100	84	101	70	135	74	102
$1 . 10^{-8}$	84	117	92	100	97	100	86	103	74	143	76	102
$1 . 10^{-7}$	93	117	95	100	108	98	90	107	78	148	82	103
$1 . 10^{-6}$	100	115	103	100	108	95	94	136	89	144	86	103
$1 . 10^{-5}$	105	115	110	114	110	84	96	186	92	146	88	234
$1 . 10^{-4}$	111	112	118	109	111	77	88	125	84	141	91	186
$1 . 10^{-3}$	100	108	108	102	97	90	85	88	73	135	81	155
$1 . 10^{-2}$	59	99	105	100	77	93	62	72	59	113	64	135
$1 . 10^{-1}$	47	48	80	68	74	144	26	29	54	34	40	91
	Bernsteinsäurezusatz											
$1 . 10^{-9}$	88	98	104	185	69	100						
$1 . 10^{-8}$	87	100	97	185	74	100						
$1 . 10^{-7}$	85	109	92	185	91	100						
$1 . 10^{-6}$	85	111	90	179	97	100						
$1 . 10^{-5}$	82	119	87	174	103	100						
$1 . 10^{-4}$	81	116	86	165	103	100						
$1 . 10^{-3}$	79	113	82	129	109	100						
$1 . 10^{-2}$	72	96	78	81	145	100						
$1 . 10^{-1}$	17	57	11	72	65	100						

Fußnote siehe Seite 5

Versuchsreihe 1.

Ein Ueberblick über die Versuchszahlen zeigt, daß die Einflüsse auf Sauerstoffverbrauch und Methylenblauentfärbung sich in keinem Fall entsprechen. Wenn von den höchsten Konzentrationen abgesehen wird, zeigen sich fast durchgängig geringfügige Hemmungen des Sauerstoffverbrauchs. Eine Ausnahme macht nur die Fluoridwirkung am Muskel mit Glykogenzusatz und am Herzen mit Glukosezusatz, wo in bestimmten Konzentrationsbereichen der Sauerstoffverbrauch erheblich gesteigert wird. Daneben stehen bei fast allen Dehydrierungen z. T. enorme Steigerungen. Am eindrucksvollsten bei dem Zusatz von Hexosediphosphorsäure zum ausgewaschenen Muskel. Hier findet sich unter der Oxalatwirkung nebeneinander eine Steigerung des Dehydrierungsvermögens auf 224% und eine Hemmung des Sauerstoffverbrauchs auf 88%. Auch in derVersuchsreihe mit Glukosezusatz am Herzgewebe entspricht bei der stärksten Verdünnung eine Beschleunigung der Dehydrierung von 235% einer Steigerung des Sauerstoffverbrauchs von nur 114%.

2. Die Wirkung von Arsenit und Arseniat[7].

Die Stoffwechselwirkung der Arsenverbindungen wird im allgemeinen in einer Hemmung der Oxydation gesehen und zwar sind die Verbindungen des dreiwertigen Arsens wesentlich stärker wirksam als die des fünfwertigen Arsens. Dies geht bei dem Vergleich der Wirkung hoher Konzentrationen von arsenigsauren und arsensauren Salzen auf den Sauerstoffverbrauch klar hervor.

---

[6] In allen Versuchsreihen der Tabellen, bei denen nichts anderes vermerkt ist, wurde zerkleinerte Muskulatur verwendet, die für die Versuche mit Zusatz von Hexosediphosphorsäure, Glyzerinphosphorsäure und Bernsteinsäure ausgewaschen war. Die Versuche mit Glukosezusatz wurden an Gewebsbrei von Herz und Hirn ausgeführt.

[7] Leifert: Inaugural-Dissertation, Münster 1933; Brakmann: ebenda 1933.

Tabelle 2.

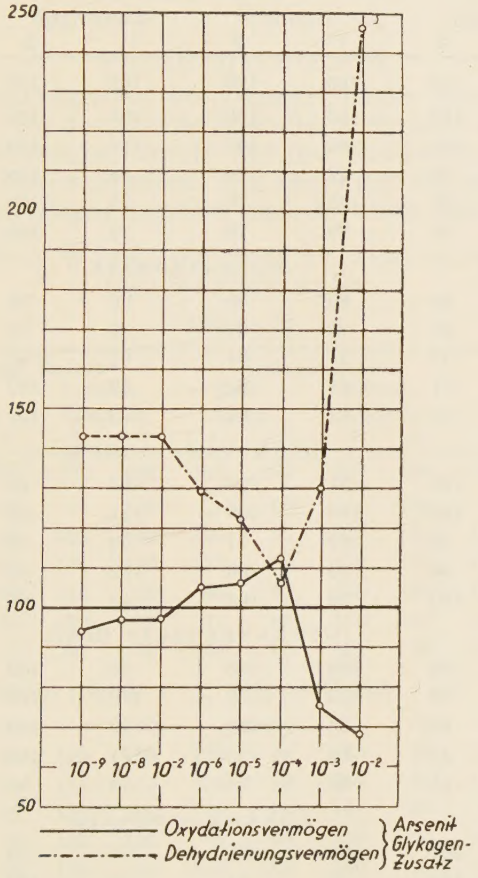
Konzentration	ohne Zusatz				Laktatzusatz				Glykogenzusatz			
	Arsenit		Arseniat		Arsenit		Arseniat		Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.10^{-10}	—	107	—	100	—	100	—	100	—	143	—	100
$1 . 10^{-9}$	99	115	83	100	83	100	97	100	94	143	73	100
$1 . 10^{-8}$	102	115	90	100	85	100	99	100	97	143	79	100
$1 . 10^{-7}$	104	115	97	100	87	100	105	100	97	143	83	100
$1 , 10^{-6}$	113	109	99	100	89	100	114	100	105	129	90	100
$1 . 10^{-5}$	99	96	104	100	89	92	127	96	106	122	98	100
$1 . 10^{-4}$	90	73	114	100	92	74	139	96	112	106	126	100
$1 . 10^{-3}$	66	67	101	95	70	66	109	89	75	130	97	100
$1 . 10^{-2}$	54	87	93	88	63	81	103	88	68	246	93	100
	Glukose		Herz		Hexosediphosphorsäure		Bernsteinsäure					
1.10^{-10}	—	118	—	126	—	178	—	100	—	100	—	100
$1 . 10^{-9}$	107	118	96	126	80	117	79	100	82	100	97	100
$1 . 10^{-8}$	113	118	96	126	83	117	82	100	94	100	101	100
$1 . 10^{-7}$	126	118	96	116	85	117	90	100	95	100	107	100
$1 . 10^{-6}$	144	118	99	116	89	117	94	100	110	100	111	100
$1 . 10^{-5}$	151	124	117	116	93	102	95	100	101	100	110	100
$1 . 10^{-4}$	117	150	140	116	102	83	100	100	99	100	107	100
$1 . 10^{-3}$	89	179	114	116	72	59	89	100	89	89	99	100
$1 . 10^{-2}$	87	119	102	112	69	168	78	100	81	103	85	100

Versuchsreihe 2.

Steigerungen des Sauerstoffverbrauchs unter der Wirkung des Arsenits finden sich selbst bei den stärksten untersuchten Verdünnungsgraden nicht (vielleicht wäre die Verdünnungsreihe noch weiter zu verlängern gewesen). Daß im Grundsatz Beschleunigungen des Sauerstoffverbrauchs auch unter Arsenitwirkung vorkommen, zeigen die Versuche mit Glukosezusatz zu Herzgewebe. Entsprechend der geringeren Wirksamkeit des Arseniats finden sich hierbei gelegentlich Steigerungen des Sauerstoffverbrauchs, die wohl so zu deuten sind, daß mäßige Verdünnungsgrade bereits die umgekehrte Wirkungsrichtung zeigen wie höchste Konzentrationen. Der starken Beeinflussung der Oxydation gegenüber steht in der Mehrzahl der Versuchsanordnungen vollkommene Unwirksamkeit auf die Dehydrierungen. Aber auch hier zeigt sich die völlige Unabhängigkeit beider Stoffwechselvorgänge Giften gegenüber besonders deutlich am Muskel bei Glukosezusatz unter der Arsenitwirkung, wo bei der höchsten Konzentration der Sauerstoffverbrauch 68% beträgt und die De-

hydrierungsintensität bis 246% gesteigert ist. Nur in dieser Versuchsreihe unter der Arsenitwirkung, ebenso am ausgewaschenen Muskel bei Hexosediphosphorsäurezusatz und am Herz bei Glukosezusatz finden sich Beschleunigungen der Dehydrierungen. Die Konzentrationsabhängigkeit in dieser letzten Versuchsanordnung, bei der, wie oben erwähnt, auch die Oxydation beschleunigt verläuft, ist aber bei beiden Stoffwechselvorgängen ganz verschieden, wie aus der folgenden Kurve ersichtlich ist.

Graphische Darstellung zu Tabelle 2



3. Die Wirkung der zu der Digitalisgruppe rechnenden Herzgifte.

Im allgemeinen wird auf Grund der zum systolischen Stillstand führenden Verlaufsform der Wirkung als digitalisartig eine Gruppe sehr verschiedener Stoffe zusammengefaßt. Sie werden bisher z. T. als mehr oder weniger gleichwertig für die Therapie

angesehen. Ihre Einwirkungen auf intermediäre Stoffwechselvorgänge zeigen aber weitgehende Verschiedenheiten. Ihrem Wirkungstyp nach lassen sich in ihren Beziehungen zum Sauerstoffverbrauch wie zu den Dehydrierungen die untersuchten Gifte in drei Gruppen teilen.

a) Die Wirkung von Strophantin, Digitoxin, Gitalin und Lanadigin[8].

Tabelle 3a.

Konzentration	Digitoxin 1	Digitoxin 2	Gitalin 1	Gitalin 2	Lanadigin 1	Lanadigin 2	Strophantin 1	Strophantin 2
				ohne Zusatz				
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100
$0{,}25.10^{-9}$	97	107	90	106	103	104	100	94
$0{,}25.10^{-8}$	82	104	80	103	114	109	106	98
$0{,}25.10^{-7}$	102	90	72	84	88	109	101	94
$0{,}25.10^{-6}$	113	91	66	76	73	106	81	91
$0{,}25.10^{-5}$	101	91	69	76	77	100	78	94
				Laktatzusatz				
$0{,}25.10^{-9}$	68	84	80	90	96	98	99	73
$0{,}25.10^{-8}$	69	84	79	94	90	98	78	99
$0{,}25.10^{-7}$	75	72	57	91	91	96	62	99
$0{,}25.10^{-6}$	78	71	67	93	79	107	54	96
$0{,}25.10^{-5}$	78	74	62	84	73	102	44	74
				Glukosesatz (Hirn)				
$0{,}25.10^{-9}$	106	100	121	103	107	83	83	88
$0{,}25.10^{-8}$	107	104	119	100	131	83	109	78
$0{,}25.10^{-7}$	77	96	87	97	106	78	68	83
$0{,}25.10^{-6}$	84	96	96	100	112	73	79	83
$0{,}25.10^{-5}$	79	100	79	103	113	67	100	88
				Glukosezusatz (Herz)				
$0{,}25.10^{-9}$	105	84	105	108	98	106	117	100
$0{,}25.10^{-8}$	117	70	122	109	118	106	143	88
$0{,}25.10^{-7}$	89	81	83	129	92	103	105	87
$0{,}25.10^{-6}$	77	81	89	135	71	106	113	87
$0{,}25.10^{-5}$	72	81	82	94	79	97	137	87
				Glykogenzusatz				
$0{,}25.10^{-9}$	37	102	83	103	71	98	107	106
$0{,}25.10^{-8}$	49	102	72	91	86	100	108	106
$0{,}25.10^{-7}$	79	91	63	87	60	77	79	103
$0{,}25.10^{-6}$	76	87	64	77	55	78	87	90
$0{,}25.10^{-5}$	71	91	62	87	50	85	82	88

[8] Buddeberg; Lintzel; Pötting; Friebel: Inaugural-Dissertationen, Münster 1933.

Tabelle 3a (Fortsetzung)

Konzentration	Bernsteinsäurezusatz							
	Digitoxin		Gitalin		Lanadigin		Strophantin	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100
$0{,}25.10^{-9}$	108	94	111	100	97	74		99
$0{,}25.10^{-8}$	100	94	101	100	83	80		100
$0{,}25.10^{-7}$	75	90	86	100	80	74		101
$0{,}25.10^{-6}$	87	89	100	100	84	68		100
$0{,}25.10^{-5}$	85	89	102	92	82	74		100

Versuchsreihe 3a.

Diese eigentlichen aus der Digitalispflanze stammenden Glukoside zeigen, wie die Tabelle 3a ergibt, mehr oder weniger hochgradige Einwirkungen, sowohl auf den Sauerstoffverbrauch wie auch auf die Dehydrierungen. Oft, aber nicht immer, entsprechen sich die Einwirkungen ungefähr nach Richtung und Stärke.

b. Die Wirkung von Scillaren und Convallamarin[9].

Tabelle 3b.

Konzentration	ohne Zusatz				Laktatzusatz				Glykogenzusatz			
	Scillaren		Convallamarin		Scillaren		Convallamarin		Scillaren		Convallamarin	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.10^{-10}	—	96	—	100	—	96	—	100	—	100	—	98
$1 . 10^{-9}$	145	94	209	100	103	95	192	101	178	96	109	94
$1 . 10^{-8}$	144	91	166	100	125	90	174	102	146	96	104	94
$1 . 10^{-7}$	103	89	149	92	60	83	133	102	114	88	92	94
$1 . 10^{-6}$	141	67	199	72	71	82	145	97	138	82	90	90
$1 . 10^{-5}$	165	67	202	65	107	80	163	95	174	78	142	91
	Glukose (Herz)				Glukose (Hirn)				Bernsteinsäure			
1.10^{-10}	—	91	—	100	—	100	—	95	—	100	—	100
$1 . 10^{-9}$	112	88	140	100	130	98	125	99	127	100	125	100
$1 . 10^{-8}$	137	81	131	100	134	98	224	96	110	100	87	102
$1 . 10^{-7}$	103	78	104	100	92	98	116	97	73	100	76	102
$1 . 10^{-6}$	121	76	139	100	94	98	133	96	101	100	94	94
$1 . 10^{-5}$	127	76	175	99	140	100	186	96	118	100	132	90

[9] Sievers: Inaugural-Dissertation, Münster 1933. Kirchner: Inaugural-Dissertation, Münster 1933. Paulus: Inaugural-Dissertation, Münster 1933.

[10] Für Convallamarin gilt die Konzentration

$$0{,}25 . 10^{-10}, \quad 0{,}25 . 10^{-9} \text{ etc.}$$

Versuchsreihe 3b.

Die Wirkungsweise dieser zwei Glukoside weicht grundsätzlich von den eigentlichen Digitalisstoffen ab. Bei allen beiden finden sich in der Mehrzahl der Versuchsanordnungen z. T. sehr große Steigerungen des Sauerstoffverbrauchs, die z. T. bis über 200% betragen. Diese Steigerungen sind besonders stark beim Convallamarin, aber auch beim Scillaren. Für unsere Fragestellung sind gerade die beiden Giftwirkungen bedeutungsvoll, weil die Dehydrierungsvorgänge dabei entweder unbeeinflußt bleiben oder mehr oder weniger stark gehemmt werden. Es liegt also hier der offenbar nicht häufige Fall vor, daß Gifte eine sehr erhebliche Steigerung für Oxydationen bewirken und dabei die Dehydrierungen hemmen. Am deutlichsten wird dies bei der Scillarenwirkung auf den Muskel bei Glykogenzusatz, wo der Sauerstoffverbrauch 174% und die Dehydrierungsintensität 78% beträgt und bei Convallamarin am Hirn bei Glukosezusatz, wo der Sauerstoffverbrauch von 224% einem Dehydrierungsvermögen von 96% entspricht. Dies beweist besonders deutlich die Selbständigkeit beider Stoffwechselvorgänge.

c) Die Wirkung von Adonidin, Cymarin, Akonit, Erythrophlein und Spartein[11].

Tabelle 3c.

	ohne Zusatz									
Konzentration	Adonidin 1	Adonidin 2	Cymarin 1	Cymarin 2	Akonit 1	Akonit 2	Erytrophl. 1	Erytrophl. 2	Spartein 1	Spartein 2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.10^{-10}	—	94	—	95	—	90	—	119	—	100
$1 . 10^{-9}$	89	92	79	92	94	90	107	122	88	100
$1 . 10^{-8}$	90	92	103	95	89	87	92	133	94	97
$1 . 10^{-7}$	97	90	87	96	84	81	85	122	80	95
$1 . 10^{-6}$	118	90	60	89	87	81	84	122	73	97
$1 . 10^{-5}$	114	84	95	93	84	82	91	111	100	98
	Laktatzusatz									
1.10^{-10}	—	100	—	107	—	104	—	107	—	100
$1 . 10^{-9}$	107	110	80	103	87	108	109	105	98	105
$1 . 10^{-8}$	100	113	96	97	97	100	98	120	86	109
$1 . 10^{7}$	91	96	98	94	104	94	87	106	82	102
$1 . 10^{-6}$	107	87	115	80	116	94	91	109	97	96
$1 . 10^{-5}$	84	79	93	101	115	94	96	107	103	90

[12] Für Adonidin gilt die Konzentration

$0{,}25 . 10^{-10}$, $0{,}25 . 10^{-9}$ etc.

[11] Zimmermann (Dehydr.): Inaugural-Dissertation, Münster 1933. Behnisch (Oxydat.): ebenda 1933.

Tabelle 3c (Fortsetzung)

Konzentration	Adonidin 1	Adonidin 2	Cymarin 1	Cymarin 2	Akonit 1	Akonit 2	Erythrophl. 1	Erythrophl. 2	Spartein 1	Spartein 2
					Glykogenzusatz					
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$1 . 10^{-10}$	—	96	—	97	—	103	—	95	—	101
$1 . 10^{-9}$	100	92	73	97	87	103	87	89	110	101
$1 . 10^{-8}$	87	93	67	97	78	110	99	90	116	101
$1 . 10^{-7}$	83	86	53	96	74	92	97	90	106	104
$1 . 10^{-6}$	101	84	51	94	71	92	90	90	105	104
$1 , 10^{-5}$	102	77	73	90	90	100	100	84	116	99
					Glukosezusatz (Herz)					
$1 . 10^{-10}$	—	100	—	93	—	107	—	110	—	96
$1 . 10^{-9}$	102	99	70	95	108	103	162	110	114	83
$1 . 10^{-8}$	115	96	80	92	119	101	198	109	133	79
$1 . 10^{-7}$	87	94	71	92	100	95	105	109	107	81
$1 . 10^{-6}$	91	97	67	80	93	95	147	139	115	84
$1 . 10^{-5}$	98	100	73	80	100	86	171	161	151	73
					Glukosezusatz (Hirn)					
$1 . 10^{-10}$	—	97	—	100	—	100	—	100	—	101
$1 . 10^{-9}$	133	98	102	100	87	100	89	100	77	99
$1 . 10^{-8}$	116	98	122	96	93	100	96	100	85	103
$1 . 10^{-7}$	103	100	87	96	99	100	100	100	88	100
$1 . 10^{-6}$	125	100	73	96	113	100	116	100	94	100
$1 . 10^{-5}$	140	100	84	93	116	100	106	90	102	95
					Bernsteinsäurezusatz					
$1 . 10^{-10}$	—	100	—	100	—	106	—	100	—	100
$1 . 10^{-9}$	85	100	77	100	112	106	79	100	107	100
$1 . 10^{-8}$	97	98	87	100	117	100	93	100	94	100
$1 . 10^{-7}$	102	101	90	100	103	109	111	100	87	100
$1 . 10^{-6}$	98	98	97	100	89	109	92	100	91	100
$1 . 10^{-5}$	90	100	83	100	107	109	90	100	105	100

Versuchsreihe 3c.

Die Wirkungsweise der fünf untersuchten Gruppen zeigt im Ganzen für die vorliegende Fragestellung nichts Neues. Z. T. stehen die Wirkungen in der Mitte zwischen vorerwähnten Gruppen. Von einer Wiedergabe der einzelnen Versuche kann daher abgesehen werden.

Sievers (Oxydat.): ebenda 1933.
Paulus (Dehydr.): ebenda 1933.
Kirchner (Oxydat.): ebenda 1933.

4. Die Wirkung des Kamphers und kampherähnlicher Stoffe[13].

Hier sind chemisch voneinander verschiedene Stoffe zusammengefaßt, die im allgemeinen therapeutisch als gleichartig verwandt werden. Während im allgemeinen die Hemmungswirkungen überwiegen, zeigen sich in einzelnen Fällen z. T. sehr erhebliche Steigerungen, die bald nur die Größe des Sauerstoffverbrauches und bald nur das Dehydrierungsvermögen betrifft. Besonders hervorzuheben ist die Cardiazolwirkung am Herzen bei Glukosezusatz.

Tabelle 4.

Kampfer, Hexeton, Cardiazol, Coramin.

Konzentration	Kampfer		Hexeton		Cardiazol		Coramin	
	1	2	1	2	1	2	1	2
ohne Zusatz								
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100
1 . 10—10	98	96	90	90	—	94	—	147
1 . 10—9					92	91	83	149
1 . 10—8	109	91	88	86	—	86	—	140
1 . 10—7					101	87	77	104
1 . 10—6	118	77	88	79	—	86	—	88
1 . 10—5					105	92	73	103
1 . 10—4	100	77	72	92	—	83	—	135
1 . 10—3					121	76	115	190
1 . 10—2					—	73		
Laktatzusatz								
1 . 10—10	104	86	84	86	—	100	—	—
1 . 10—9					109	101	101	91
1 . 10—8	102	81	83	85	—	101	—	88
1 . 10—7					104	105	95	83
1 . 10—6	109	71	92	85	—	99	—	82
1 . 10—5					97	103	97	80
1 . 10—4	83	63	79	95	—	104	—	79
1 . 10—3					98	105	95	79
Glykogenzusatz								
1 . 10—10	97	108	48	93	—	101	—	94
1 . 10—9					62	102	116	97
1 . 10—8	78	120	62	100	—	103	—	95
1 . 10—7					72	101	96	87
1 . 10—6	88	95	87	100	—	106	—	84
1 . 10—5					89	110	103	81
1 . 10—4	137	88	75	100	—	112	—	80
1 . 10—3					62	119	107	75

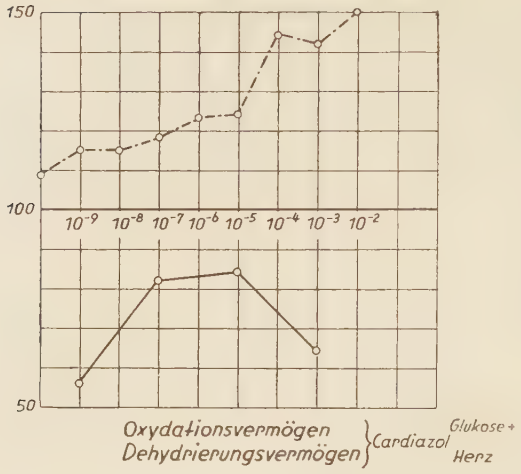
[13] Meyer: Inaugural-Dissertation, Münster 1933.

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Konzentration	Kampfer 1	Kampfer 2	Hexeton 1	Hexeton 2	Cardiazol 1	Cardiazol 2	Coramin 1	Coramin 2
				Glukosezusatz (Herz)				
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100
1 . 10—10	70	75	88	89	—	109	—	100
1 . 10—9					56	115	98	102
1 . 10—8	65	78	67	84	—	115	—	95
1 . 10—7					82	118	83	91
1 . 10—6	117	65	100	76	—	123	—	90
1 . 10—5					84	124	75	87
1 . 10—4	84	83	85	70	—	144	—	85
1 . 10—3					64	142	107	81
				Glukosezusatz (Hirn)				
1 . 10—10	100	98	101	104	—	100	—	100
1 . 10—9					50	96	101	111
1 . 10—8	110	93	104	87	—	95	—	108
1 . 10—7					65	93	69	103
1 . 10 6	84	86	87	100	—	93	—	100
1 . 10—5					88	87	110	99
1 . 10—4	111	81	130	117	—	84	—	100
1 . 10—3					67	80	89	97
				Bernsteinsäure				
1 . 10—10	87	100	87	100	—	96	—	100
1 . 10—9					87	95	85	98
1 . 10—8	93	100	91	100	—	95	—	98
1 . 10—7					84	93	80	97
1 . 10—6	104	100	91	100	—	89	—	95
1 . 10—5					87	99	65	96
1 . 10 4	145	100	112	100	—	101	—	93
1 . 10—3					110	105	92	92

Rülle: ebenda 1933.
Papenheim: ebenda 1933.
Schotten: ebenda 1933.

Graphische Darstellung zu Tabelle 4



5. Die Wirkung der Purinkörper.

Die drei Purinkörper: Coffein, Theobromin und Theocin[14] sind chemisch serh wenig voneinander verschieden und zeigen am intermediären Stoffwechsel trotzdem ganz verschiedene Wirkungsbilder.

Tabelle 5.

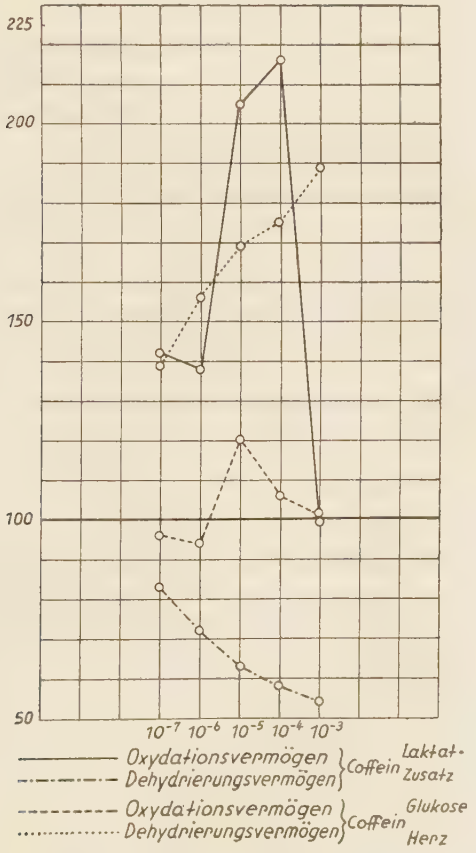
Konzentration	ohne Zusatz						Laktatzusatz					
	Coffein		Theobromin		Theocin		Coffein		Theobromin		Theocin	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 . 10^{-7}	94	88	121	102	91	94	142	83	113	111	119	102
1 . 10^{-6}	106	76	112	95	93	98	138	72	133	98	147	98
1 . 10^{-5}	107	66	96	89	88	94	205	63	116	89	104	98
1 . 10^{-4}	115	63	73	79	64	94	216	58	87	80	97	91
1 . 10^{-3}	103	60	60	63	151	94	99	54	161	73	195	102
	Glukose (Herz)						Glukose ((Hirn)					
1 . 10^{-7}	96	139	85	141	94	92	62	120	84	92	82	130
1 . 10^{-6}	94	156	74	145	66	83	119	141	113	90	101	130
1 . 10^{-5}	120	169	86	105	81	77	94	151	82	88	94	128
1 . 10^{-4}	106	175	99	118	105	66	114	172	107	88	65	121
1 . 10^{-3}	101	189	117	149	123	58	148	204	152	86	154	121

[14] Goldlücke: Inaugural-Dissertation, Münster 1934. — Tetenberg: ebenda 1933.

Tabelle 5 (Fortsetzung)

Konzentration	Bernsteinsäurezusatz						Hexosediphosphorsäure					
	Coffein		Theobromin		Theocin		Coffein		Theobromin		Theocin	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 . 10—7	102	100	94	100	95	100	103	100	116	100	194	100
1 . 10—6	114	100	111	100	103	100	124	100	124	100	208	100
1 . 10—5	77	100	83	100	95	100	134	100	112	100	198	100
1 . 10—4	104	100	128	100	99	100	169	100	54	100	178	100
1 . 10—3	128	100	152	100	159	100	116	100	120	100	176	100

Graphische Darstellung zu Tabelle 5



Versuchsreihe 5.

Die Zusammenstellung zeigt bei allen drei Verbindungen in keinem einzigen Falle eine gleichsinnige Beeinflussung des Sauerstoffverbrauches und der Dehydrierungen. Im Ganzen scheinen die Dehydrierungen sehr viel weniger empfindlich gegen die Purineinwirkung zu sein als die Oxydationen. Einzelne Abbauvorgänge zeigen, gemessen an der Methylenblauentfärbung, eine Hemmung, so vor allem bei der Milchsäuredehydrierung unter der Coffeinwirkung. Die Dehydrierung bei Glukosezusatz wird durch Coffein sowohl am Herzen wie am Hirn erheblich beschleunigt. Der Sauerstoffverbrauch wird durch Coffein in der Mehrzahl der Einzelversuche beschleunigt, aber das unterschiedliche Verhalten beider Stoffwechselvorgänge den Giften gegenüber ist überall sehr deutlich, wie aus den Kurven hervorgeht.

6. Die Wirkung von Morphin und Codein[15].

Bei beiden Stoffen ist die Einwirkung auf die Oxydation nicht sehr erheblich, jedoch sind einige Abbauvorgänge, besonders durch das Codein, stärker beeinflußt. Im Ganzen gilt das in höherem Grade für die Dehydrierungsvorgänge. Sie werden meist gesteigert, nur beim Glukoseabbau durch Herz gehemmt. Besonders hervorzuheben ist die verschiedene Richtung, in der die Dehydrierungen durch Codein beeinflußt werden, wenn der Glukoseabbau durch Herzmuskulatur erfolgt, wobei bekanntlich der übliche Abbauweg über die Phosphorsäureesterbildung geht, oder wenn es durch Hirngewebe erfolgt, bei dem ein anderer Abbauweg, der nicht über die Esterbildung geht, eingeschlagen wird: am Herzen werden die Dehydrierungen sehr erheblich gehemmt, am Hirngewebe sehr erheblich beschleunigt. Auch hier gehen die Einflüsse auf Oxydationen und Dehydrierungen ganz auseinander.

Tabelle 6 siehe Seite 17

7. Die Wirkung auf Antipyretica.

Die Gruppe der Antipyretica wirkt in allen Fällen, sowohl auf die Oxydation[16] als auch auf die Dehydrierungen[17] hemmend. Die Wirkungsrichtung, in der beide Stoffwechselvorgänge beeinflußt werden, ist also die gleiche, jedoch ist der Grad der Beeinflussung bei den Oxydationen sehr viel stärker als bei der Dehydrierung. Die verschiedene Giftempfindlichkeit der beiden Vorgänge, durch die sich ihre Unabhängigkeit voneinander zeigt, geht klar aus der Tabelle hervor, bei der nur die Versuche an der Muskulatur ohne Zusatz dargestellt sind.

---

[15] Sölter: Inaugural-Dissertation, Münster 1934 (Sauerstoff). — Osenberg: ebenda 1933 (Dehydrierungen).

[16] Mandewirth: Inaugural-Dissertation, Münster 1933.

[17] Weiße: ebenda 1933.

Tabelle 6.

Konzentration	ohne Zusatz				Laktatzusatz				Glykogenzusatz			
	Morphin		Codein		Morphin		Codein		Morphin		Codein	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$1 . 10^{-10}$	95	121	107	111	101	108	98	92	112	101	101	102
$1 . 10^{-9}$	101	115	101	118	101	112	103	89	128	106	100	114
$1 . 10^{-8}$	109	112	100	132	98	118	103	76	120	115	98	124
$1 . 10^{-7}$	104	104	103	137	104	124	105	78	122	125	104	136
$1 . 10^{-6}$	99	98	104	140	98	131	99	91	108	134	100	153
$1 . 10^{-5}$	90	92	96	160	92	151	95	108	104	140	96	166
	Glukose (Herz)				Glukose (Hirn)				Bernsteinsäure			
$1 . 10^{-10}$	114	102	123	108	104	102	111	103	97	99	103	102
$1 . 10^{-9}$	119	98	126	96	109	98	117	106	99	99	111	102
$1 . 10^{-8}$	121	84	135	83	113	86	121	94	107	99	118	102
$1 . 10^{-7}$	122	80	130	67	114	84	113	100	105	99	109	102
$1 . 10^{-6}$	120	79	133	54	107	90	111	129	107	99	109	102
$1 . 10^{-5}$	106	90	111	45	91	97	95	164	99	84	103	102

Tabelle 7.

Konzentration	ohne Zusatz							
	Antipyrin		Phenacetin		Na.-salizyl		Chinin	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100
$1 . 10^{-5}$	63	92	54	78	52	69	61	90
$1 . 10^{-4}$	49	92	45	75	45	67	45	84
$1 . 10^{-3}$	44	86	39	62	39	57	36	78
$1 . 10^{-2}$	39	75	33	—	13	30	23	48
	Laktatzusatz							
$1 . 10^{-5}$	52	96	64	80	59	67	72	79
$1 . 10^{-4}$	45	90	47	79	51	64	52	77
$1 . 10^{-3}$	40	76	44	64	28	56	38	63
$1 . 10^{-2}$	37	77	41	—	23	44	36	33
	Bernsteinsäurezusatz							
$1 . 10^{-5}$	67	94	62	65	61	56	66	82
$1 . 10^{-4}$	54	78	53	65	52	56	50	72
$1 . 10^{-3}$	47	76	46	60	47	56	46	63
$1 . 10^{2}$	36	71	43	—	46	46	42	31
	Hexosediphosphorsäurezusatz							
$1 . 10^{5}$	67	97	61	81	62	84	62	85
$1 . 10^{-4}$	53	84	53	79	53	84	53	72
$1 . 10^{-3}$	45	84	46	67	47	64	46	66
$1 . 10^{-2}$	40	81	36	—	44	46	42	37

8. Die Wirkung der Hypnotika.

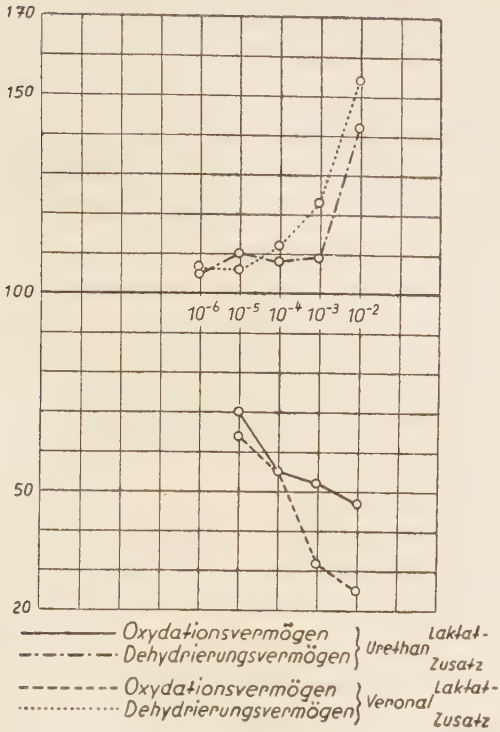
Bei der Gruppe der Hypnotika ist die starke Hemmung der Oxydationsprozesse[18] seit Warburg bekannt. Sie kommt auch in allen vorliegenden Versuchen klar zum Ausdruck. Demgegenüber verhalten sich die Einwirkungen auf die Dehydrierungen[19] ganz anders. Teils werden sie unbeeinflußt gelassen, teils sind die Hemmungen nur sehr gering und werden erst in den höchsten Konzentrationen stärker, und die Milchsäuredehydrierungen werden durch Urethan und Veronal sehr hochgradig beschleunigt, während die Milchsäureoxydationen durch beide Stoffe ebenso hochgradig gehemmt werden.

Tabelle 8.

Konzentration	Urethan		Voluntal		Bromural		Veronal		Sulfonal		Avertin	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ohne Zusatz												
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 . 10^{-5}	66	91	64	100	60	100	62	91	72	88	62	85
1 . 10^{-4}	62	85	48	86	53	87	50	91	46	86	51	74
1 . 10^{-3}	47	82	42	82	50	80	43	91	45	75	41	65
1 . 10^{-2}	38	77	7	64	—	61	34	100	—	—	8	44
Laktatzusatz												
1 . 10^{-5}	70	110	64	93	52	99	64	106	51	86	70	88
1 . 10^{-4}	55	108	47	88	46	99	55	112	54	82	56	85
1 . 10^{-3}	52	109	32	82	44	89	32	123	45	85	46	80
1 . 10^{-2}	47	142	17	67	—	85	25	154	—	—	15	71
Glukosezusatz												
1 . 10^{-5}	66	96	93	86	53	98	65	94	63	92	77	90
1 . 10^{-4}	50	95	48	84	45	96	56	93	53	86	57	72
1 . 10^{-3}	39	87	41	79	47	89	51	92	51	80	45	72
1 . 10^{-2}	36	83	26	68	—	86	37	91	—	—	15	63
Bernsteinsäurezusatz												
1 . 10^{-5}	61	100	56	100	58	100	59	100	54	100	71	84
1 . 10^{-4}	46	100	45	100	54	100	51	100	47	100	54	73
1 . 10^{-3}	43	100	43	100	51	100	45	100	47	75	50	73
1 . 10^{-2}	39	98	40	92	—	90	27	134	—	—	48	63

[18] Elger: Inaugural-Dissertation, Münster 1933.
[19] Beikirch: ebenda 1933.

Graphische Darstellung zu Tabelle 8



9. Die Wirkung von Atropin und Nikotin[20].

Die beiden Gifte wirken antagonistisch, soweit die Organfunktion in Betracht kommt. Die Untersuchung der Stoffwechselvorgänge hat dagegen gezeigt, daß sie für sich allein sehr häufig gleichsinnig wirken, und daß bei gleichzeitiger Wirkung beider Stoffe in bestimmtem Mischungsverhältnis trotzdem ihr Einfluß auf intermediäre Stoffwechselvorgänge aufgehoben sein kann; es liegt also keine Addition der Wirkungen vor[21].

[20] Dalhoff und Schoene: Inaugural-Dissertation, Münster 1932.
[21] Holl: Inaugural-Dissertation, Münster 1934.

Tabelle 9.

Konzentration	ohne Zusatz				Laktatzusatz				Glukose (Herz)			
	Atropin		Nikotin		Atropin		Nikotin		Atropin		Nikotin	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrolle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 . 10^{-9}	98	49	103	74	175	168	90	107	70	140	149	112
1 . 10^{-8}	91	75	96	77	168	151	87	109	78	131	141	120
1 . 10^{-7}	85	80	90	86	163	130	83	112	81	90	134	124
1 . 10^{-6}	83	84	88	94	164	125	75	116	70	87	131	131
1 . 10^{-5}	77	90	88	120	152	113	70	124	59	148	115	145
	Bernsteinsäure				Glyzerinphosphors.				Hexosediphos.			
1 . 10^{-9}	90	110	70	108	130	107	88	109	117	108	85	105
1 . 10^{-8}	89	120	80	115	112	113	75	118	116	110	84	110
1 . 10^{7}	85	134	84	124	92	120	66	130	113	115	79	118
1 . 10^{-6}	78	150	80	135	89	124	59	145	104	121	65	124
1 . 10^{-5}	75	165	63	147	115	133	58	163	100	129	60	132
	Muskel Kochsaft											
1 . 10^{-9}	131	91	97	119								
1 . 10^{-8}	120	88	96	115								
1 . 10^{-7}	111	82	95	110								
1 . 10^{-6}	107	78	83	107								
1 . 10^{-5}	105	55	90	114								

Versuchsreihe 9.

Die Oxydationen und Dehydrierungen werden je nach dem abzubauenden Material bald gefördert, bald gehemmt, wie aus der Tabelle hervorgeht. In einer Reihe von Versuchen ist bei Oxydationen und Dehydrierungen die Wirkungsrichtung die gleiche, bei verschiedener Wirkungsstärke, in anderen Versuchen werden Oxydationen und Dehydrierungen in entgegengesetzter Richtung beeinflußt. Dies geht am deutlichsten aus den Abbauvorgängen bei Zusatz von Muskelkochsaft hervor, wobei zugleich der Antagonismus der beiden Gifte deutlich in Erscheinung tritt.

Zusammenfassung.

Für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit haben die Untersuchungen der Dehydrierungsvorgänge und der Oxydationen unter der Einwirkung verschiedener Gifte ein großes Material geliefert. Es geht klar daraus hervor, daß durchaus selten beide Zellvorgänge gleichsinnig und gleichstark verändert werden. Man kann geradezu die Regel aufstellen, daß beide Zellreaktionen in quantitativer und qualitativer Hinsicht dem gleichen Gift gegenüber verschiedene Empfindlichkeit zeigen. Das Oxydationsvermögen und das Dehydrierungsvermögen sind also selbständige

Leistungen der Zellen. Ihre Fermente werden durch Gifte verschieden beeinflußt. Zugleich zeigen die obigen Zusammenstellungen auch, daß die einzelnen Abbauvorgänge, für die nach Thunberg spezifische Dehydrasen angenommen werden müssen, gleichfalls Giften gegenüber ganz verschiedene quantitative und qualitative Empfindlichkeit zeigen. Das vorgelegte Material beweist, daß es nicht angeht, das Oxydationsvermögen durch Methoden zu bestimmen, durch welche nur Dehydrierungsvorgänge gemessen werden können.

LEBENSLAUF.

Ich, Erich Heinz Henkel, wurde als Sohn des jetzigen Studiendirektors Heinrich Henkel zu Hofgeismar in Schmalkalden am 25. November 1909 geboren. Nach dreijähriger Vorschule trat ich in die Oberrealschule zu Schmalkalden ein, dort blieb ich bis zur Obertertia und kam dann auf das Realgymnasium in Hofgeismar. Dort legte ich mein Abitur im April 1928 ab. Ich studierte von Mai 1928 bis August 1934 Medizin und legte mein Physikum im August 1931 in Greifswald ab, mein Staatsexamen im Dezember 1934 in Münster. Wehrmachtsangehöriger bin ich seit 1. April 1932.

Buchdruckerei E. Bechstein Inh. Wilh. Hinckel
Wertheim a. M.
1 9 3 6